Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p.671-684

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر- آبان 1397، ص. 684-671

تاثیر اضافه کردن آرد بزرک بر ویژگی‌های فیزیکی کیک اسفنجی

سارا بهادران- جواد کرامت*- محمد حجت‌الاسلامی

تاریخ دریافت: 1392/12/09
تاریخ پذیرش: 1394/03/14

چکیده

بزرک گیاهی با ارزش غذایی بالا است که در ایران تنها به‌منظور روغن‌کشی کشت می‌شود وکنجاله آن پس از روغن‌کشی به‌عنوان غذای دام استفاده می‌شود در حالی که این کنجاله دارای مقادیر قابل توجهی پروتئین، فیبر، آنتی‌اکسیدان و صمغ می‌باشد. هدف از این پژوهش تولید کیک با ارزش تغذیه‌ای بالا است به این منظور آرد کنجاله بزرک را که از کارخانجات روغن‌کشی تهیه شده و دارای حدود 13 درصد چربی است و کنجاله‌ای با حدود 2/14 درصد روغن، در سه مقدار 10درصد، 15درصد، 20درصد جایگزین آرد در کیک اسفنجی کرده و تاثیر آن بر شاخص حجم، ویژگی‌های کیفی (ویژگی‌های بافتی، رنگ و تخلخل) کیک بررسی شد.نتایج نشان داد کیک‌های به‌دست آمده از هر دو نوع آرد تا 15درصد جایگزینی نرم‌تر و مطلوب‌تر هستند در حالی که این جایگزینی تاثیر نامطلوبی بر رنگ و تخلخل کیک ندارد .

واژه‌های کلیدی: فیبر، کنجاله بزرک، خواص بافتی، کیک غنی شده، کیک اسفنجی

مقدمه

رژیم غذایی یکی از فاکتورهایی است که برای سلامتی همه افراد لازم است. مقررات رژیم غذایی برای حفظ سلامت جسمی و روحی، یکی از اصول اولیه افراد و بر آیند فاکتورهای مرتبط با رژیم غذایی است. غذاهای بسیاری وجود دارند که فواید سلامتی دارند و تحت نام‌های گوناگونی مثل غذاهای طراحی شده، غذاهای جدید، غذاهای دارویی و غذاهای مغذی و غذاهای فراسودمند استفاده می‌شوند یا فروخته می‌شوند. بسیاری از غذاهای معمولی مانند چای سبز، سویا، بزرک، سیر، ماهی، میوه‌ها و سبزی‌ها، غلات و حبوبات همراه با اصلاحات خاص تهیه غذاهای جدید تحت عنوان غذاهای فراسودمند را افزایش داده است.

بزرک یا کتان گیاهی است یک ساله از تیره کتان با نام علمی (*linaceae*) که به‌صورت بوته‌ای رشد می‌کند. ارتفاع بوته معمولا 50 تا 100 سانتی‌متر و طول دوره رشد محصول 2/5 تا 4/5 ماه می‌باشد. بزرک و کتان از نظر گیاه‌شناسی یک گونه محسوب می‌شوند ولی از نظر خصوصیات رشد متفاوت هستند. بزرک از لحاظ پراکندگی جغرافیایی در مناطق گرم و خشک کشور به‌طور پراکنده کشت می‌شود از جمله می‌توان به شهرستان‌های اطراف اصفهان (به‌عنوان مثال شهرضا) خوزستان، کردستان و مناطقی در شمال کشور از جمله فومن اشاره کرد. در ایران دانه بزرک جز دسته دانه‌های با روغن خشک شونده قرار گرفته که از روغن آن تنها برای رنگ‌سازی استفاده می‌شود و کنجاله آن که منبع خوبی از نظر صمغ پروتئین و فیبر است یا دور ریخته می‌شود و یا به‌عنوان غذای دام مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌توان گفت یک منبع ارزشمند به هدر می‌رود. بزرک دارای سه نوع ترکیب فنولیک میباشد که شامل:

اسیدهای فنولیک: بزرک دارای حدود 8 تا 10 گرم فنولیک اسید در یک کیلوگرم می‌باشد.

فلاونوییدها: بزرک دارای در حدود 35 تا 70 میلی‌گرم فلاونویید در 100 گرم می‌باشد.

لیگنان‌ها: بزرک یک منبع غنی از لیگنان می باشد که (SDG) نامیده می‌شود. مقدار این ماده در بزرک در حدود1 میلی‌گرم در گرم دانه است که مقدار دقیق آن بستگی به شرایط رشد و برداشت و روش استخراج آن دارد.

پروفایل اسیدآمینه‌های ضروری بزرک مشابه پروفایل اسیدهای آمینه سویا است که در مقایسه با پروفایل اسید آمینه دیگر غلات متعادل‌تر است.

به علت کثرت خصوصیات حفظ سلامت و پروفایل مواد مغذی عالی بزرک، بزرک به‌عنوان یک نامزد محبوب برای تلفیق به رژیم غذایی انسان شناخته می‌شود. اجزاء بزرک که دارای خواص تغذیه‌ای و حفظ سلامت هستند شامل فیبر، لیگنان‌ها و لینولینک اسید (اسید چرب امگا 3 است. علاوه بر این یک منبع خوب پروتئین با کیفیت

-گروه علوم و صنایع غذایی ،دانشگاه آزاد شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Keramat@aut.ac.ir
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.32711

عالی و فیبر محلول و ترکیبات فنولیک است. بزرک یک منبع خوب از لینگان است که در غلات کامل دیگر مثل جو دوسر، ارزن، جو، گندم سیاه، و میوه‌هایی مانند هویج، گل کلم، بروکلی و اسفناج و همچنین دانه سویا نیز وجود دارد.

شهزاد حسین و همکاران (2004) بر روی جایگزینی آرد گندم بـا آرد بزرک در چاپاتی تحقیق کردند. چپاتی از ترکیب آرد دارای 15 گرم پودر برشته شده بزرک 0/05گرم روغن 80گرم آرد کامل گنـدم تهیه مـی‌شـود. چپاتی شـامل 29/9 گـرم کربوهیـدرات، 6/3 گـرم پروتئین، 5/9 گرم چربی و 198 کیلوکالری انرژی است.

چاپاتی‌ها شامل 2 درصد یا کمتر، بزرک با چربـی کامـل توسـط پانلیست‌ها مطلوب بود محتوای ریزمغذی‌های چاپاتی افـزایش قابـل ملاحظه‌ای با افزایش درصد جایگزینی دارد.

نان شامل 10 و 13 درصد بزرک مقدار زیادی پـروتئین، چربـی، فیبر رژیمی و فلزات کمینه و بیشینه نسبت به نان استاندارد را نشان داده است وافزایش آهن، روی، منگنز در نان با افزایش سطح آرد دانه بزرک در آرد گندم قابل توجه بود (15). کوکی‌های تهیه شـده از آرد گندم دارای 20 درصد دانه بزرک کامل و آرد بزرک روغن‌کشی و آرد بزرک با روغن کامل به نسبت قابل قبول بودند.

فرانک و سارا (2006) تاثیر ترکیب آرد بـزرک (15درصـد) و آرد سویا (5 و 10 درصد) روی کیفیت تولیـد در تهیـه نـان تخمیـری را بررسی کردند که نشان داد اضافه کردن آرد بزرک و آرد سویا باعـث کاهش حجم نان شده است. خواص حسی مانند رنگ پوسـته و نـان تحت تاثیراضافه کردن آردبزرک وسویا بود رنگ تیـره تـر در هـر دو محصول مشاهده شد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

آرد (نول) تهیه شده از کارخانه شکوفه، روغن نبـاتی آفتـابگردان مایع لادن، شکر، تخم‌مرغ، وانیل، بکینگ پودر، پودر آب پنیـر، شـیر خشک که به‌صورت فله از بازار تهیه شد و آب، تمامی این مواد به‌طور تازه از بازار خریداری شد.

کنجاله بزرک که از شرکت باریج اسانس کاشان تهیه شده بود در آسیاب صنعتی به آرد تبدیل شده و سپس با الک شماره 70 الک شد. سپس نیمی از آن توسط حلال روغن‌کشی شد. از هر دو نوع آرد تهیه شده به میزان 10 و 15 و20 درصد به‌عنـوان جـایگزین آرد اسـتفاده شدکه مقادیر آن در جدول 1 قابل مشاهده است.

هر دو آرد کنجاله بزرک به مدت 2 دقیقه در ماکروویو خانگی با قدرت 600 وات سم‌زدایی شد.

جدول 1- ترکیبات آرد برای تهیه کیک

شماره	نام تیمار	درصد آرد نول	درصد آرد کنجاله بزرک با 13درصد روغن(PDF)	درصد آرد کنجاله بزرک بدون روغن(NF)
1	شاهد	100	_	_
2	10درصدPDF	90	10	_
3	15درصدPDF	85	15	_
4	20درصدPDF	80	20	_
5	10درصدNF	90	_	10
6	15درصدNF	85	_	15
7	20درصدNF	80	_	20

آماده‌سازی مواد اولیه و خمیر کیک

روغن‌کشی آرد کنجاله بـزرک بـا انجـام اصـلاحاتی بـه روش *AOCS*., 76, 8, 889-896 انجام شد. بـه ایـن صـورت کـه ابتـدا نمونه‌ها در کاغذ صافی پیچیده شد و سپس در بطری قرار داده شد و به ازای یک کیلوگرم از نمونه 1/5 لیتر هگزان نرمال اضافه شد بـه علت در دسترس نبودن شیکر نمونه‌ها دو روز به‌صورت ثابـت قـرار داده شد سپس هگزان اضافه شده خارج و هگزان تازه جـایگزین آن شد این عمل سه مرتبه تکرار شد و هر بار مقداری از نمونه خـارج و چربی آن اندازه‌گیری شد. چربی نمونه در روز اول 13 درصد، پس از دو روز8/3 درصد، پس از چهار روز 4/6 درصد و پـس از شـش روز 2/14 درصد اندازه‌گیری شد.سپس نمونه‌ها در سینی ریختـه شـده و تا خروج هگزان زیر و رو شد.

در این پژوهش تولید کیک در واحد کیک خوبان نوش سـپاهان (خوئی) و آزمایشات در آزمایشگاه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام گرفت.

مواد مورد استفاده مطابق جدول 2 در تهیـه کیـک طـی چهـار مرحله مخلوط و آماده‌سازی شد. در مرحله اول شکر و روغن تا زمان رسیدن به رنگ روشن (حدود 10 دقیقه) مخلوط شده، در مرحله دوم تخم‌مرغ طی 5 قسمت اضافه و (حـدود 5 دقیقـه) مخلـوط شـد. در مرحله سوم مواد پودری و جامد اضافه و مخلوط گردید و در مرحلـه

آخر نیز آب به‌منظور یکنواخت شدن خمیر اضافه و مخلوط شد. بعد از آماده‌سازی، خمیر در قالب‌های کیک پر ودر فر صنعتی با دمای 200 درجه سلسیوس به مدت 15 دقیقه قرار داده شد. پس از پخت و سرد شدن در دمای محیط، کیک‌ها توسط دستگاه درب‌پوش سلوفان بسته‌بندی شدند. به‌منظور انجام آزمایشات نمونه‌ها به مدت 30 روز در دمای محیط انبارداری شدند.

جدول 2- فرمولاسیون کیک اسفنجی

مواد	درصد بر اساس وزن آرد	روش
روغن	57	کرم کردن تا تولید رنگ روشن
شکر	72	در 4 تا 5 قسمت اضافه شد
تخم مرغ	72	کلیه مواد پودری الک و سپس اضافه شد
آرد	100	تا خمیر بصورت نیمه صاف در آمد
بیکینگ پودر	1/34	-
شیر خشک	2	-
وانیل	0/5	-
پودر آب پنیر	4	-
آب	25	افزوده و مخلوط شد تا خمیر تشکیل شود

آزمون‌های کیک

حجم

اندازه‌گیری حجم کیک‌های تهیه شده، طبق روش جابجایی دانه و با کمک دانه‌های ارزن انجام شد.

ارزیابی خواص بافتی

جهت ارزیابی خواص بافتی از سه روش تجزیه نیم رخ بافت، برش و پانچ در چهار روز اول، دهم، بیستم و سی‌ام استفاده شد.

در تمام ارزیابی‌ها از دستگاه بافت‌سنج (بروکفیلد، CT3، آلمان)، سرعت 0/5 میلی‌متر بر ثانیه، میزان حساسیت 5 گرم و قطعات کیک به ابعاد 4×4×2/5cm استفاده شد.

در تجزیه نیم رخ بافت برشی، نیروی فشردگی به میزان 25 درصد روی قطعات کیک طی دو سیکل رفت و برگشت توسط دستگاه بافت سنج بروکفیلد مجهز به پروب تی آ 25/1000 اعمال شد و سه فاکتور اصلی سختی، فنریت وچسبناکی مورد ارزیابی قرار گرفت، که این فاکتورها به شرح زیر می‌باشند:

سختی

ارتفاع اوج نیرو در مرحله اول فشردن مربوط به سختی می‌باشد. این واژه به‌عنوان میزان کاهش نرمی کیک معرفی شده که در طول انبارداری افزایش می‌یابد. و یک فاکتور نامطلوب در مورد اغلب محصولات نانوایی تلقی می‌شود.

فنریت

مسافتی که در طی زمان، ماده غذایی ارتفاع اولیه خود را بازیابی می‌کند معرف فنریت است. این واژه به‌عنوان توانایی بازگشت بافت به حالت اولیه پس از حذف نیروی له‌کننده تعریف می‌شود. این فاکتور یک صفت مطلوب برای اغلب محصولات نانوایی محسوب شده که در طول زمان انبارداری کاهش می‌یابد.

چسبناکی

به نسبت مساحت نیروی مثبت فشردن مرحله دوم به مرحله اول اصطلاحا چسبناکی می‌گویند. این واژه بیانگر میزان پیوستگی بافت می‌باشد که برای اغلب محصولات نانوایی مانند کیک یک صفت مطلوب تلقی شده ولی در طول زمان انبارداری کاهش می‌یابد.

ارزیابی رنگ

جهت ارزیابی و مقایسه فاکتورهای روشنی (L^*) ، قرمزی (a^*) و زردی (b^*) سطح کیک، کیک‌ها را در سه تکرار در جعبه قرار داده و با دوربین با حساسیت 12/5مگاپیکسل عکس کرفته شد. عکس‌ها با نرم‌افزار پردازشگر تصویر[1] ویرایش6 مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین صورت که ابتدا توسط نرم‌افزار از 10 نقطه سطح کیک به‌صورت رنک[2] نمونه‌برداری شد و فاکتورهای L^*, a^* و b^* گزارش شد. سپس میزان زاویه رنگ(H)[3]، میزان اشباعیت رنگ (SI)[4] و تغییرات رنگ(ΔE) از فرمول های زیر محاسبه شد.

1 Image proplus
2 Rank
3 hue Angle
4 saturation Index

$$SI = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$H = \arctan (b^*/a^*)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L^*)^2 + (a_0 - a^*)^2 + (b_0 - b^*)^2}$$

بررسی میزان تخلخل در بافت کیک

جهت بررسی میزان تخلخل در بافت کیک از کیک برش‌هایی تهیه شده و برش‌ها را در جعبه مخصوص قرار داده و با دوربین با حساسیت 12/5 مگاپیکسل با فاصله و ابعاد مشخص عکس گرفته شد. سپس عکس‌ها با نرم‌افزار پردازشگر تصویر ویرایش 6 مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین صورت که ابتدا قطعه‌ای از عکس با ابعاد مشخص برش داده شد سپس توسط نرم‌افزار، قطر کمینه و بیشینه و تعداد حفرات تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این روش به‌منظور مقایسه تاثیر سطوح مختلف آرد بزرک بر ویژگی بافتی و حجم کیک از طرح تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان 95% به کمک نرم‌افزار spss ویرایش 20 استفاده شد.

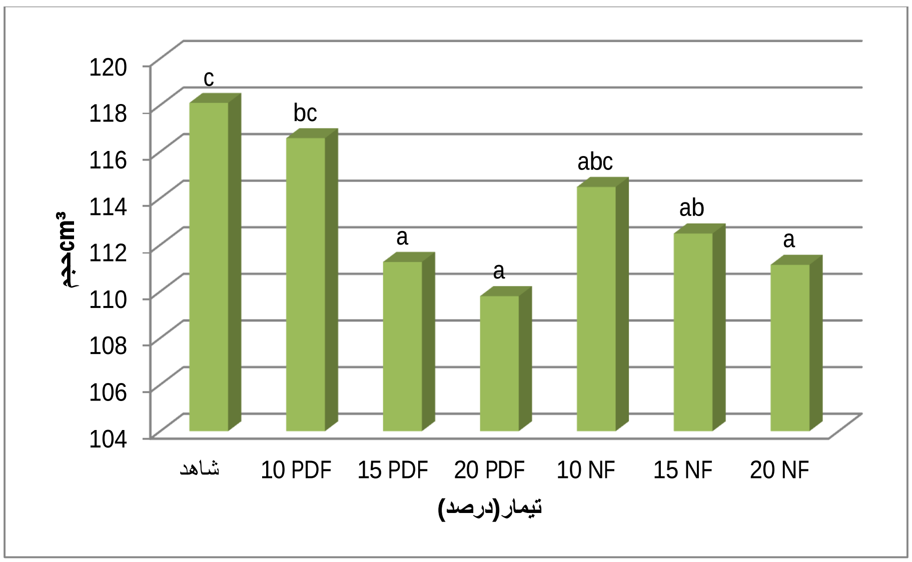
همچنین برای آزمون‌های حسی مانند ارزیابی رنگ و تخلخل نیز از طرح تصادفی با ده تکرار و مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

حجم

با توجه به شکل 1 مشاهده می‌شود حجم تمام تیمارها کمتر از نمونه شاهد می‌باشد و با افزایش میزان آرد بزرک حجم کیک‌ها کاهش می‌یابد. کاهش حجم کیک در تیمارها ممکن است به دلیل افزایش جایگزینی آرد با سلولز باشد که باعث می‌شود شبکه گلوتنی که مسئول نگهداشتن گاز درمحصولات نانوایی می‌باشد ضعیف شود.

این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده توسط مارتینز و همکاران (2010)،که از فیبر رژیمی کاکائو به‌عنوان جایگزین چربی در مافین شکلاتی استفاده کردند می‌باشد. همچنین درتحقیقی که مسعودی و همکاران (2002) انجام دادند با افزایش چای سبز و پالپ سیب به کیک اسفنجی کاهش معنی‌داری در حجم کیک‌ها ایجاد شد. در تحقیق دیگری که توسط آلشیما (2012) انجام شد با افزایش پودر گیاه مرزنگوش حجم کیک‌ها افزایش یافت.



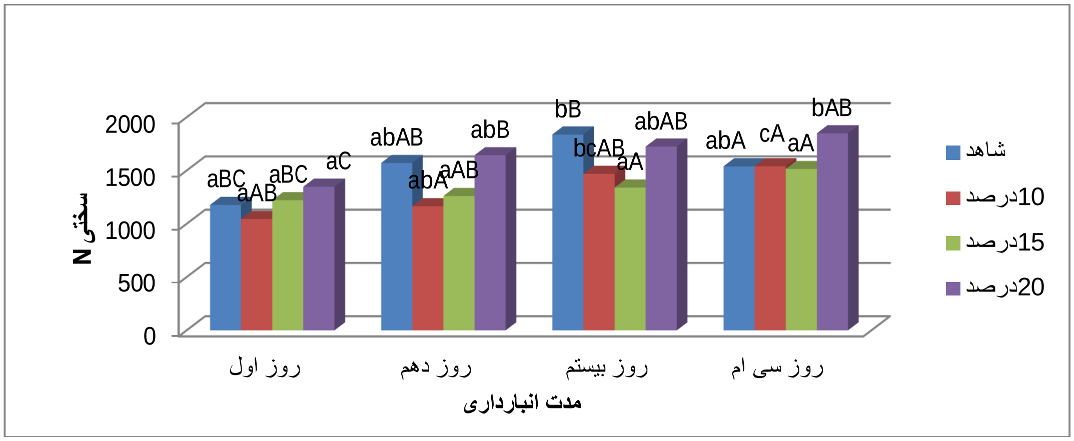
شکل 1- تاثیر درصدهای مختلف بزرک بر شاخص حجم (در سطح اطمینان 95 درصد)

تست تجزیه نیم‌رخ بافت

سختی بافت

سختی نمونه‌ها در طی انبارداری کاهش یافته است (به جز روز بیستم که نسبت به روز سی‌ام سخت‌تر بوده است.)

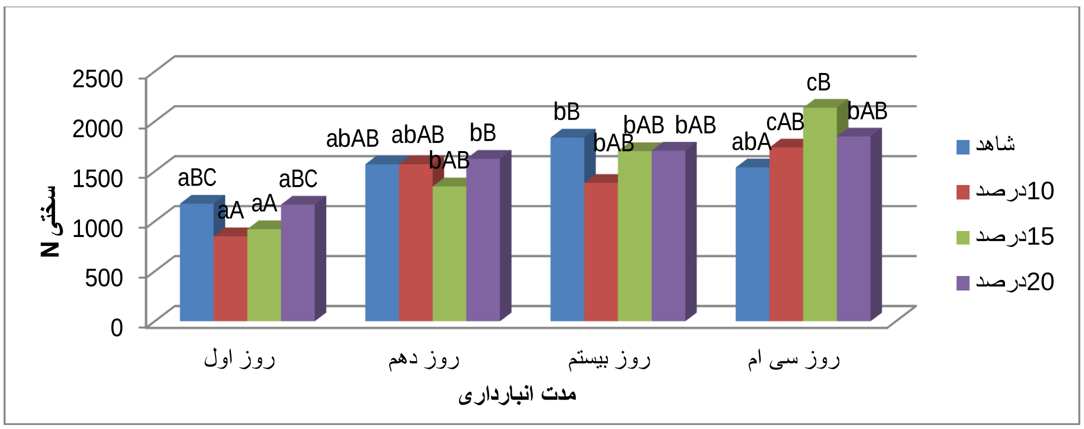
با مراجعه به شکل 3 و 2 مشاهده می‌شود که هم برای نمونه‌های حاوی PDF و هم NF اختلاف میان داده‌ها در طی انبارداری معنی دار(در سطح اطمینان 95درصد) بوده است.



شکل 2- تاثیر انبارداری و تیمارهای مختلف بر سختی کیک های حاوی PDF (درسطح اطمینان95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.



شکل 3- تاثیر انبارداری و تیمار های مختلف بر سختی کیک‌های حاوی NF (در سطح اطمینان95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.

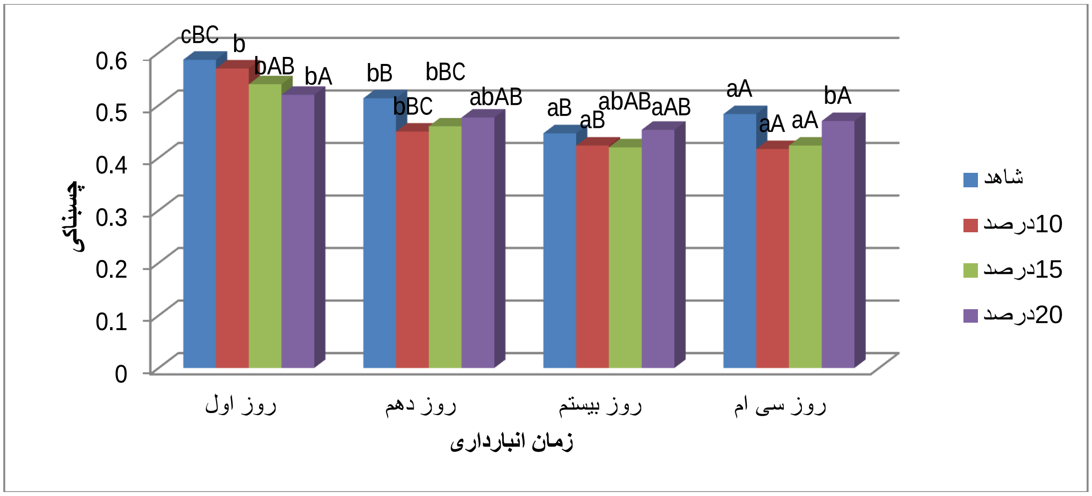
علت افزایش سختی در طی انبـارداری بـه علـت از دسـت دادن رطوبت در طی انبارداری می‌باشد.

با مقایسه سختی میان تیمارها و با توجه به شکل‌های 2 و 3 در می‌یابیم در روز اول انبارداری میـان داده‌هـای حاصـل از تیمارهـای حاوی10و 15 (درصدNF) و نمونه شاهد اختلاف معنـی‌داری ایجـاد شده است به این صورت که این نمونه‌ها نرم‌تر از نمونه شاهد می‌باشد اما نمونه دارای 20 درصد PDF با اختلاف معنی‌داری سخت‌تر نمونه شاهد می‌باشد. با گذشت زمان و در طی انبارداری به‌جـز روز بیسـتم نمونه‌های 20 درصد سخت‌تر از نمونه شاهد می‌باشد و نمونه‌های 10 درصد و 15 درصد نرم‌تر می‌باشد.

علت نرم‌تر بودن نمونه‌های 10 درصد و 15 درصد نسبت به نمونه شاهد وجود کمی صمغ و فیبر در ترکیب شیمیایی بـزرک مـی‌باشـد. صمغ و فیبر رطوبت را جذب کرده و از انتقال آن به رشته‌های نشاسته جلوگیری کرده و در نتیجه کریستاله شدن نشاسته به تاخیر می‌افتـد. هیدروکلوئیدها اثر رقابتی با نشاسته در جـذب آب دارد کـه ایـن امـر باعث توزیع بهتر آب و افزایش قابلیت نگهداری آب در بافت می‌شود و در نتیجه باعث کاهش سختی بافت کیک می‌گردد، اما نمونه‌هـای 20 درصد دارای مقدار زیادی صمغ و فیبر می‌باشد که باعـث ایجـاد ویسکوزیته بالا در خمیر و در نتیجه سخت شدن بافت کیک می‌شود. به‌نظر می‌رسد سختی مشاهده شده در بافت کیـک‌هـای حـاوی 20 درصـد آرد کنجالـه بـزرک بـه علـت تقویـت دیـواره سـلول‌هـای تشکیل‌دهنده حفرات بافت کیک توسط صـمغ مـی‌باشـد کـه باعـث افزایش مقاومت کیک فشار وارد شده بر پروب دستگاه می‌باشد.

چسبناکی (پیوستگی بافت)

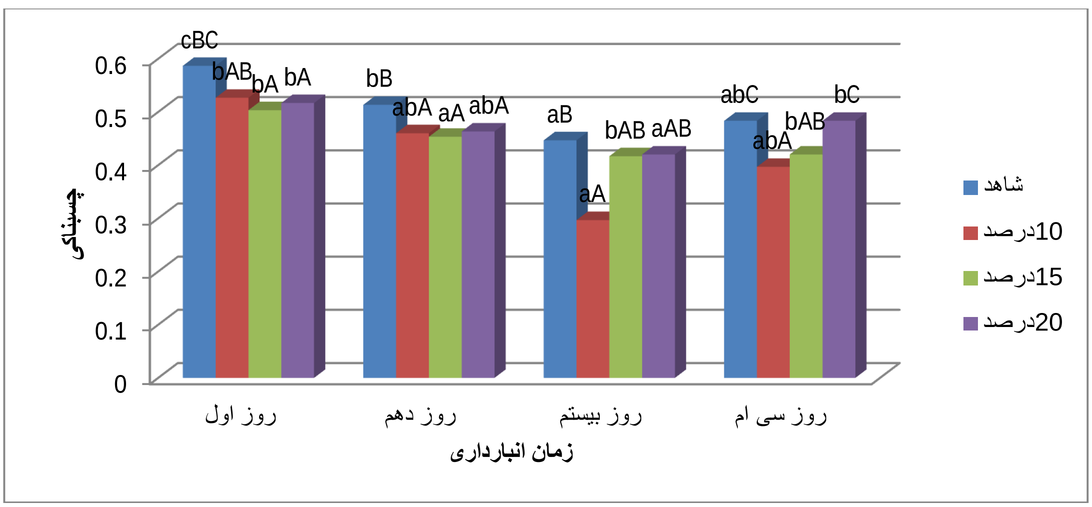
با توجه به شکل4 و 5 میزان چسبناکی در تمام تیمارها در طی انبارداری تا روز بیستم کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد. تغییرات میزان چسبناکی در طی انبارداری مطابق با تغییرات رطوبت در طی انبارداری می‌باشد.



شکل 4- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر چسبناکی نمونه‌های حاوی آرد PDF (در سطح اطمینان 95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.



شکل 5- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر چسبناکی نمونه‌های حاوی آرد NF (در سطح اطمینان95 درصد).

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.

این تغییرات به‌جز نتایج حاصل از روز بیستم مشابه تحقیقات انجام شده توسط لی و همکاران (2008) می‌باشد. همچنین با توجه به شکل 4 و 5 مشاهده می‌شود میزان چسبناکی در تیمارها نسبت به نمونه شاهد با اختلاف معنی‌داری کمتر می‌باشد. این نتایج مشابه نتایج به‌دست امده توسط مارتینز و همکاران (2012) می‌باشد.

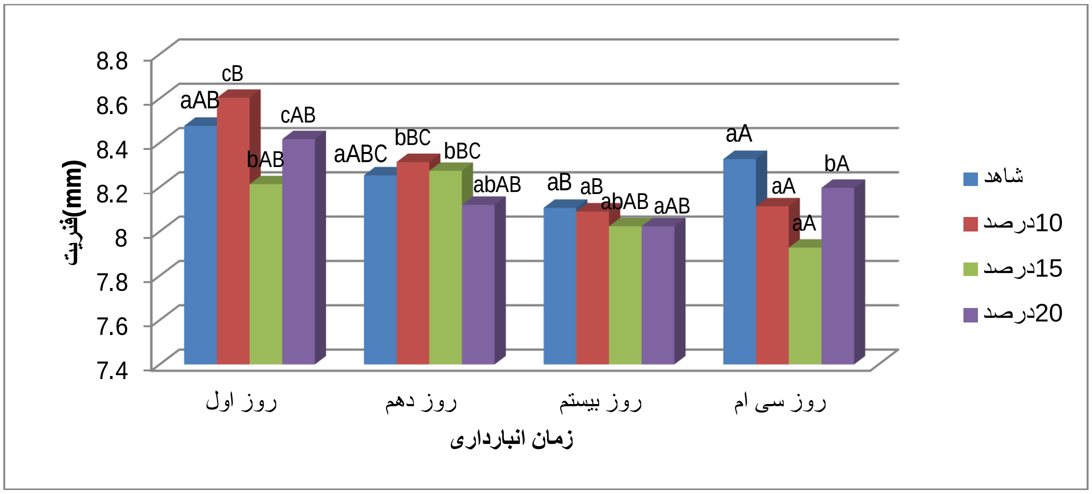
علت کاهش میزان چسبناکی در طی انبارداری به علت از دست دادن رطوبت در طول زمان می‌باشد به‌جز روز سی‌ام که به علت آزاد شدن رطوبت از مواد صمغی و فیبری و نیز مهاجرت رطوبت از عمق به سطح میزان چسبناکی بیشتر شده است.

در میان تیمارها، هم در نمونه‌های حاوی آرد NF و هم PDF با

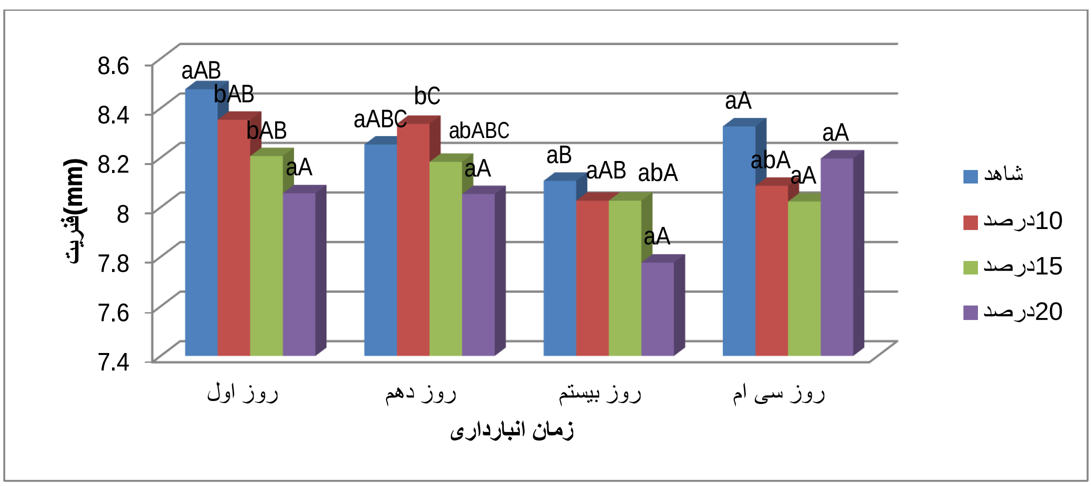
افزایش آرد بزرک میزان چسبناکی بیشتر می‌شود هرچند که هنوز هم حتی نمونه 20 درصد، چسبناکی کمتری نسبت به نمونه شاهد دارد که علت آن را می‌توان به وجود بیشتر صمغ و فیبر و همچنین پروتئین در تیمار 20 درصد دانست بدین صورت که با افزایش درصد آرد بـزرک میزان رطوبت در کیک افزایش می‌یابد. نمونه 20 درصـد در روز اول انبارداری نسبت به نمونه‌های دیگر چسبناکی کمتری دارد که به علت باند کردن بالای آب توسط مقادیر بیشتر صمغ و فیبر می‌باشد اما در روز سی‌ام حتی با کاهش قدرت باند کردن به علت رتروگراداسیون باز هم به علت وجود مقادیر بیشتر رطوبت در درصـدهای بـالاتر میـزان چسبناکی در نمونه‌های 20 درصد از دو تیمار دیگر بیشتر می‌شود.

فنریت

با مراجعه به شکل 6 و7 مشـاهد مـی‌شـود کـه فنریـت در طـی انبارداری در تمام تیمارها تا روز بیستم کاهش و سپس افزایش داشته است که این تغییرات برای نمونه شاهد و نمونه 20 درصد NF بـدون معنی می‌باشد.



شکل 6- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر فنریت نمونه‌های حاوی آرد PDF (در سطح اطمینان 95 درصد)
(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده ها درطی انبارداری می‌باشد.
(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.

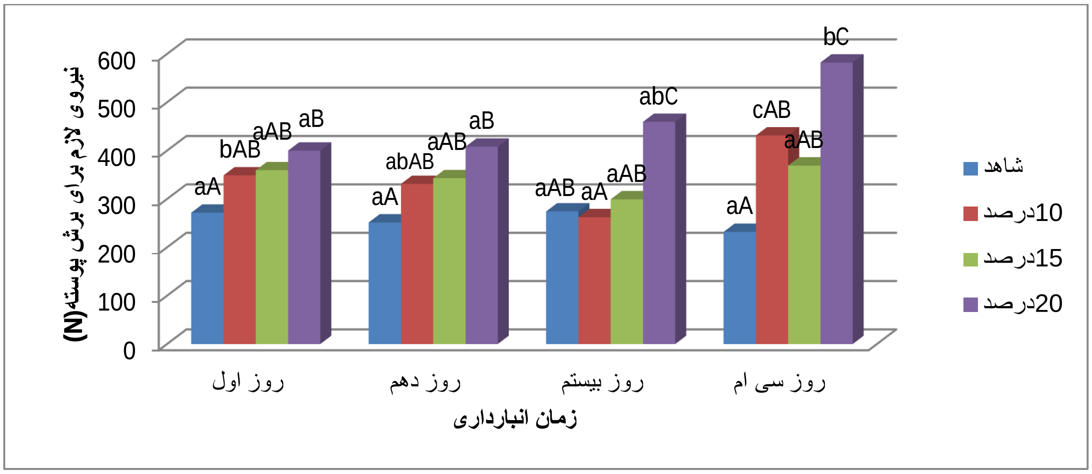


شکل 7- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر فنریت نمونه‌های حاوی آرد NF (در سطح اطمینان 95 درصد).
(a,b و...) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان داده ها درطی انبارداری می‌باشد.
(A,B و...) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.

تغییرات فنریت مطابق تغییرات رطوبت در طی انبارداری تغییر کرده است. تغییرات داده‌ها در میان تیمارها در روز اول و دهم و سی‌ام انبارداری میان شاهد و تیمارها بدون معنی و تنها در روز بیستم میان نمونه شاهد، 10درصدPDF و نمونه 20درصد NF معنی‌دار می‌باشد. با افزایش درصد آرد بزرک میزان فنریت کاهش پیدا می‌کند که به‌علت ضعیف شدن شبکه گلوتنی می‌باشد این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده توسط مارتینز و همکاران (2012) و گمز و همکاران (2012) بر کیک لایه‌ای می‌باشد. روند افزایش و کاهش فنریت در میان تیمارها در روز اول و سی‌ام مطابق روند افزایش و کاهش چسبناکی در روز اول و سی‌ام می‌باشد.

تست برش پوسته

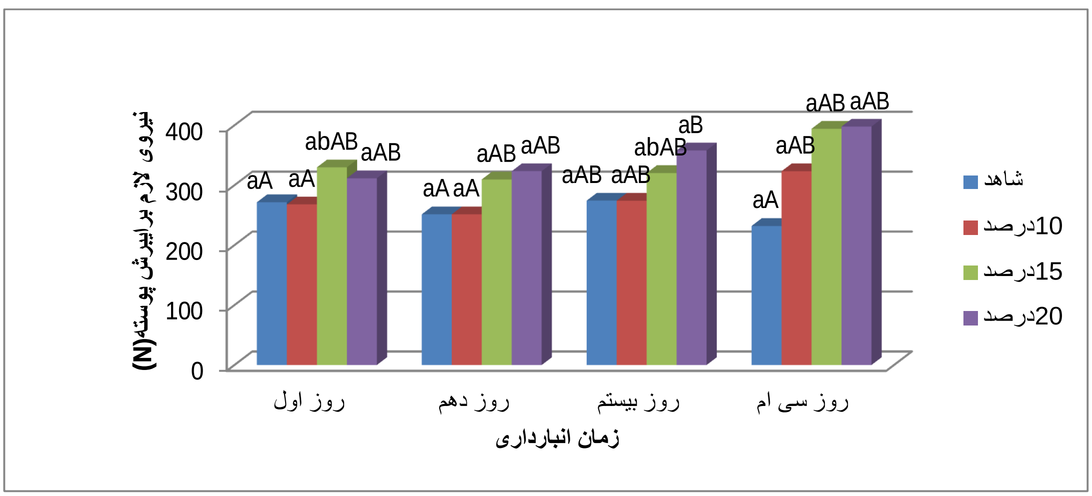
با مراجعه شکل 8 و 9 مشاهده می‌شود نیروی لازم برای برش پوسته در طول انبارداری افزایش داشته است هرچند این افزایش تنها برای تیمارهای 10 درصد و 20 درصد حاوی آرد PDF معنی‌دار می‌باشد.



شکل 8- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر نیروی لازم برای برش پوسته نمونه‌های حاوی آرد PDF (در سطح اطمینان 95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.



شکل 9- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر نیروی لازم برای برش پوسته نمونه‌های حاوی آرد NF (در سطح اطمینان 95 درصد)

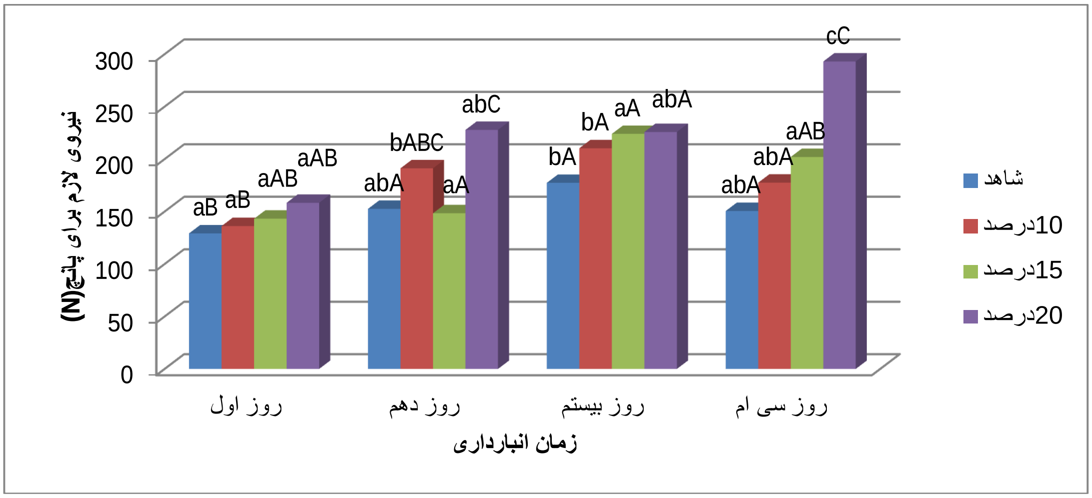
(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد..

در میان تیمارها تنها در میان نمونه شاهد و نمونه 20 درصد حاوی PDF اختلاف در تمام روزها معنی‌دار می‌باشد و در بین بقیه تیمارها و نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد.

به‌طور کلی کمترین میزان نیرو مربوط به نمونه‌های شاهد و بیشترین آن مربوط به نمونه 20 درصد می‌باشدکه دلیل آن را می‌توان این گونه بیان کرد که حضور صمغ باعث تقویت دیواره سلول‌های تشکیل‌دهنده حفرات شده است لذا به این دلیل مقاومت کیک در برابر فشار وارد شده از طرف پروب دستگاه افزایش داشته اشت.

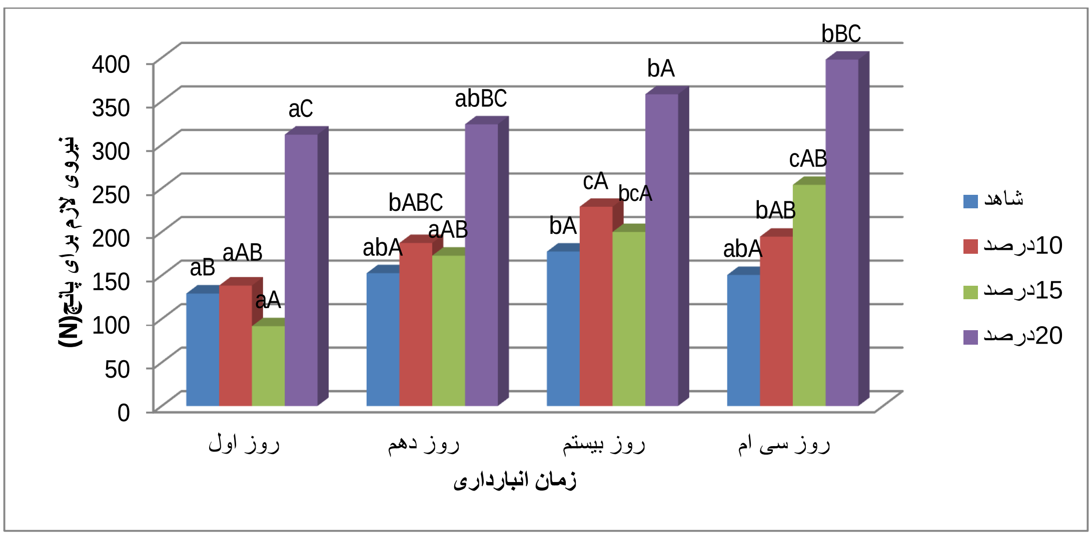
افزایش نیروی لازم جهت برش نمونه‌ها در طول زمان را می‌توان به انتقال رطوبت از مرکز کیک به اطراف دانست از آنجا که مواد معدنی در آب حل می‌شوند با انتقال رطوبت، این مواد از مرکز به سطح منتقل می‌شوند که باعث افزایش سختی در قسمت‌های بیرونی‌تر کیک می‌شود.



شکل 10- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر نیروی لازم برای پانچ کردن نمونه‌های حاوی آرد PDF (در سطح اطمینان 95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.



شکل 11- تاثیر درصدهای مختلف بزرک و انبارداری بر نیروی لازم برای پانچ کردن نمونه‌های حاوی آرد NF (در سطح اطمینان 95 درصد)

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده ها درطی انبارداری می‌باشد.

(A,B و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف می‌باشد.

تست پانچ

با مراجعه به شکل‌های10 و11 مشاهده مـی‌شـودکه افـزودن آرد بزرک تاثیر معنی‌داری (در سطح اطمینان 95درصد) بر میزان نیـروی لازم برای پـانچ کـردن کیـک دارد. همچنـین انبـارداری نیـز تـاثیر معنی‌داری (در سطح اطمینان 95درصد) تا روز بیستم بر نیـروی لازم برای پانچ کردن کیک‌ها دارد. به این صورت که نیـروی لازم بـرای پانچ تا روز بیستم افزایش و سپس کاهش می یابد. این روند تنها برای نمونه‌های 15 درصد و20 درصد NF و 20 درصد PDF متفاوت است به این صورت که نیروی لازم برای پانچ این کیک‌هـا تـا روز سـی‌ام همچنان افزایش داشته است.این روند مطابق با آنالیز رطوبت در طی انبارداری می‌باشد.

علت افزایش نیروی لازم جهت پانچ کردن در درصدهای بـالاتر آرد بزرک افزایش ویسکوزیته خمیر و در نتیجه سخت‌تر شدن بافـت کیک می‌باشد.

نیروی لازم جهت سوراخ کردن نمونه‌هـای 20 درصـد بیشـتر از تمام نمونه‌ها می‌باشد زیرا این نمونه علاوه بر داشتن خمیر ویسکوزتر و در نتیجه بافت سخت‌تر دارای مقادیر بیشـتر صـمغ مـی‌باشـد کـه خاصیت الاستیسیته را در آن افزایش می‌دهـد در نتیجـه نقطـه آغـاز شکست برگشت‌ناپذیر در تست پانچ در این نمونه‌ها با افزایش درصد جانشینی افزایش می‌یابد اما در طی زمان با بیـات شـدن نشاسـته و رسوب آن بافت کیک سخت‌تر شده است و نیروی لازم برای انجـام تست پانچ افزایش یافته است.

پس از روز بیستم در نمونه‌های شاهد10 درصد هـر دو آرد و 15 درصد PDF میزان این نیرو کاهش پیدا کرده اسـت کـه علـت آن را می‌توان به مهاجرت رطوبت از مرکز به اطراف کیک دانست.

آنالیز تصویر

ارزیابی تخلخل

با مراجعه به جدول 3 مشاهده می‌شود کیک‌های 15 درصد PDF نسبت به کیک‌های 10 درصد PDF قطر بیشینه و کمینه کمتـر امـا واریانس قطر کمینه و بیشینه بیشتری داردکه نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که تعداد حفرات ریز در کیک 15 درصد PDF افزایش داشته است اما در میان آن‌ها برخی حفرات بزرگ مشاهده می‌شود بنـابراین واریانس آن افزایش داشته است.

جدول 3- مقایسه میانگین درصد های مختلف آرد بزرک بر تخلخل بافت کیک.

تخلخل	نوع آرد		قطر کمینه(a)	واریانس کمینه	قطر بیشینه(b)	واریانس بیشینه	تعداد حفرات
	WF	شاهد	5/73	5/25	15/65	69/101	570
	PDF(درصد)	10	5/27	20/82	16/37	782/09	530
		15	5/14	165/43	14/37	1335/84	413
		20	3/96	1/95	8/51	30/98	196
	NF(درصد)	10	4/60	5/60	11/58	116/59	189
		15	4/21	3/12	9/06	69/53	121
		20	5/37	96/32	15/78	1700/78	313

در نمونه 20 درصد PDF نسبت به نمونه 10 و 15 درصد PDF تعداد حفرات به شدت کاهش یافته است همچنـین واریـانس آن نیـز کاهش یافته است که می‌توان این کاهش را مـرتبط بـا ویسـکوزیته خمیر دانست به این صورت که با افزایش ویسکوزیته خمیر حباب‌های دی‌اکسید کربن و بخار آب نتوانسته‌اند به‌خوبی در خمیر رشـد کننـد بنابراین تعداد و سایز حفرات به شدت کاهش یافته است اما به علـت این که در این خمیرها معمولا حباب‌ها به‌صورت عمودی رشد می‌کنند اما برش انجام گرفته به‌صورت عرضی است واریانس نمونه 20 درصد افزایش نیافته است.

در نمونه‌های NF نمونه 15 درصد نسبت به نمونه 10 درصد قطر کمینه و بیشینه کمتری دارد همچنین واریانس آنها و تعداد حفرات نیز کاهش یافته است که نشاندهنده این مطلب است که نمونه 15 درصد نسبت به نمونه 10 درصد تعداد حفرات کمتـر دارد و همـین حفـرات کمتر نیز ریزتر می‌باشند اما در نمونه 20 درصد قطر کمینه و بیشـینه به شدت کاهش یافته است در حالی که واریانس آن به شدت افزایش داشته است که نشاندهنده حفرات بسیار ریز و بسیار درشت در سـطح مقطع عرضی کیک می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تسـت تخلخل مشاهده می‌شود تعداد حفرات بـا افـزایش درصـد جانشـینی کاهش یافته است همچنین با افزایش درصد جانشینی قطر حفرات نیز کاهش یافته است. از آنجا که تعداد و قطر حفرات با حجم کیک رابطه مستقیم دارد کاهش حجم کیک منطقی به‌نظر می‌رسد.

جدول 4- مقایسه میانگین با اطمینان 95 درصد، درصدهای مختلف آرد بزرک بر شاخص‌های رنگ سطح کیک

رنگ	نوع آرد	پارامترتیمار	L*	a*	b*	SI	H	BI	ΔE
رنگ سطح	WF	شاهد	59/96^{c}	6/12^{c}	28/88^{d}	29/550^{d}	78/35	71/495^{d}	_
	PDF (درصد)	10	57/63^{bc}	0/85^{b}	22/22^{c}	22/33^{c}	87/80	49/93^{bc}	11/04^{ab}
		15	54/73^{b}	-0/03^{ab}	17/95^{b}	17/98^{b}	90/96	39/28^{ab}	14/15^{c}
		20	51/23^{a}	0/61^{b}	13/56^{a}	13/64^{a}	89/74	31/68^{a}	19/00^{d}
	NF (درصد)	10	56/91^{bc}	-0/23^{ab}	23/83^{c}	23/90^{c}	90/56	52/50^{c}	9/38^{a}
		15	56/36^{b}	-0/96^{a}	20/55^{bc}	20/62^{bc}	92/67	42/98^{abc}	11/87^{abc}
		20	56/47^{b}	1/02^{a}	17/89^{b}	17/95^{b}	86/71	39/45^{ab}	13/20^{bc}

(a,b و...) نشاندهنده اختلاف معنی‌دار میان داده‌ها در طی انبارداری می‌باشد

جدول -5 مقایسه میانگین با اطمینان 95 درصد، درصدهای مختلف آرد بزرک بر شاخص‌های رنگ داخل کیک.

رنگ	نوع آرد	پارامتر تیمار	L*	a*	b*	SI	H	BI	ΔE
رنگ داخل	WF	شاهد	73/57^{b}	-9/05^{a}	26/98^{c}	28/50^{c}	108/55	35/05^{bc}	-
	(درصد) PDF	10	65/41^{a}	-7/32^{abc}	21/19^{b}	22/58^{b}	109/06	29/53^{ab}	10/99^{ab}
		15	65/81^{a}	-7/25^{abc}	18/19^{a}	19/93^{a}	111/74	23/62^{a}	13/01^{b}
		20	65/96^{a}	-5/60^{c}	17/59^{a}	18/91^{a}	107/65	23/66^{a}	13/28^{b}
	(درصد) NF	10	67/11^{a}	-7/78^{ab}	25/51^{c}	26/71^{b}	106/97	38/14^{c}	7/85^{a}
		15	65/22^{a}	-8/11^{abc}	21/39^{b}	22/94^{c}	110/77	29/14^{ab}	10/94^{ab}
		20	65/78^{a}	-5/93^{bc}	16/63^{a}	17/69^{a}	109/64	21/71^{a}	14/06^{b}

آنالیز رنگ

با توجه به جدول 4 و 5 مشاهده می‌شود در تمام تیمارها به‌صورت معنی‌داری شاخص L کمتر از نمونه شاهد می‌باشد و با افزایش درصد جانشینی این شاخص به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده است که نشاندهنده تیره شدن سطح و مرکز محصول می‌باشد.

شاخص a^* که نشاندهنده رنگ سبز و قرمز می‌باشد در سطح نمونه شاهد مثبت و در مرکز آن منفی می‌باشد که نشاندهنده تمایل سطح به رنگ سبز و تمایل مرکز به رنگ قرمز می‌باشد در سطح تمام تیمار ها به‌صورت معنی‌داری میزان a^* کمتر از شاهد می‌باشد هرچند در میان تیمارها این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد اما در مرکز تنها در میان نمونه 20 درصد NF و20 درصدPDF با شاهد تفاوت معنی‌دار ایجاد شده است به این صورت که با افزایش جانشینی میزان a افزایش یافته و به سمت رنگ قرمز پیش می‌رود.

شاخص b^* هم در سطح و هم در مرکز به‌صورت معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد می‌باشد این فاکتور در میان تیمارها نیز به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته است که نشاندهنده تمایل تیمارها به سمت رنگ آبی می‌باشد.

SI در میان تیمارها و شاهد هم در سطح و هم در مرکز به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته است همچنین در میان تیمارها با افزایش جانشینی این شاخص به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته که نشاندهنده افزایش کدورت رنگ در نمونه‌ها با افزایش درصد جانشینی می‌باشد.

ΔE هم در سطح و هم در مرکز با افزایش درصد جانشینی به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده تغییر رنگ معنی‌دار میان تیمارها و شاهد می‌باشد.

BI به‌صورت معنی‌داری هم در سطح و هم در مرکز میان تیمارها و شاهد کاهش یافته است از آنجا که BI نشاندهنده میزان رنگ قهوه‌ای در محصول می‌باشد در می‌یابیم با افزایش درصد جانشینی میزان رنگ قهوه‌ای کاهش یافته است. رنگ قهوه‌ای حاصل از واکنش مایلارد وکاراملیزاسیون می‌باشد. از آنجا که آرد بزرک از لحاظ کربوهیدرات غنی نمی‌باشد کاهش واکنش کاراملیزاسیون را باعث می‌شود همچنین با توجه به میزان پروتئین در آرد بزرک این انتظار وجود دارد که میزان واکنش مایلارد افزایش یابد اما اگر میزان آب موجود از حدی بیشتر یا کمتر شود باعث کاهش میزان این واکنش می‌گردد و چون صمغ بزرک رطوبت را در شبکه اسفنجی کیک حفظ کرده و از انتقال و مهاجرت آن جلوگیری می‌کند باعث کاهش میزان سرعت واکنش مایلارد می‌شود.

منابع

پور محمدی، ک . اعلمی ، م . شاهدی ، م. (1389). مقایسه ویژگی های فیزیکو شیمیایی نان گندم حاوی جو بدون پوشینه با نان گندم حاوی جو پوشینه دار. نشریه پژوهش های صنایع غذایی ایران .

ماهرانی ، ب. برزگر، م. سحری، م. 1383 .بهینه سازی شرایط استخراج صمغ دانه بزرک ایرانی به روش صفحه پاسخ ، علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی .11- 1 .

نورمحمدی ، ا. پیغمبر دوست،س. اولادغفاری، ع.(1391). تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریتریتول و اولیگوفروکتوز، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی . 92-85

Alshimaa, A.H. (2012).Physico-chemical and sensory properties of cakes supplemented with different concentration of marjoram.Journal of basic and applied sciences.6 (13):463-470.

Diane, H.Morris, Phd.2007.Flax-A health and nutrition primer .fourth edition, chapter 1.

.Frank, D.C. and F.D. Sarah. 2006. The effect of soya flour and flaxseed as a partialreplacement for bread flour in yeast bread Int. J. Food Sci. Technol. 41(2):95-101

Ivanov, D.kokik, b.brkek, t.2012.effect of microwave heating on content of cyanogenic glycosides in linseed.orginal scientific paper. 63-68

Lu, T.M., Lee, C.C., Mau, J.L and Lin, S.D. (2010).Quality and antioxidant property of green tea sponge cake.*Sience direct*.119:1090-109).

.Gambus, H., A. Mikulec, F. Gambus and P. Pisulewski. 2004. Perespectivesoflinseed utilization in baking. Polish. J. *Food Nutr*. Sci. 13(1):21-27.

Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E. and Caballero, P.A.2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes.*LWT-Food Sci. and Tech*.43:33-38.

Hussain, S. 2004. Biochenical and technological properties of flaxseedsupplemnted wheat flour. M.Sc. Thesis. Nat. Inst. Food Sci. Technol, Univ. Agric.Faisalabad, Pakistan.

Hussain, S., F.M. Anjum, M.S. Butt, M.I. Khan, A.Asghar. 2006. Physical andsensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies. *Turk. J.* Biol.30:87-92

Martinez-Flores.H.E., Klichang, Y., Martinez, F. and Sgarbier, V. (2004). Effect of high fibre products on blood lipids and lipoproteins in hasters.*Nut.Res*. 24:85-93.

Martinez, S. Salvador, A.muguerza, .2012.cocoa fibre and its application as fat replacer in chocolate muffin. *Food science and technology* 729-736

Masoodi, F. A., Sharma, B.andChauhan, G. S. (2002). Use of apple as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*.57: 121–128.

Naz, N. 2000. Effect of Flaxseed Supplementation on Chemical properties ofBread. M.Sc Thesis Dept. Home Econ. Univ., Agric., Faisalabad.

Oomah, B.D. 2001. Flaxseed as a functional food source. J. *Sci. Food Agric*.81 (9):889-894.202

Saricoban,C. and Yilmaz,M.T.(2010).Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology.*World Applied Sciences Journal*.9(1):14-22.

Petukhov, I.; Malcolmson, L.J.; Przybylski, R. and Armstrong, L. (1999). Storage Stability of Potato Chips Fried in Genetically Modified Canola Oils. *J. of AOCS*. 76, 8, 889-896.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p.671-684

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر- آبان 1397، ص. 684-671

The effect of the addition of flaxseed meal flour on the physical characteristics of sponge cake

S. Bahadoran, J. Keramat, M. Hojjatoleslami

Received: 2014.02.28
Accepted: 2016.06.04

Introduction: The diet regulation is one of the primary principles for maintenance of physical and mental health. Flax is an annual plant from the genus Linum with the scientific name “Linaceae” which it grows as a shrub. Flaxseed is in the category of the oilseeds. In Iran, the Flaxseed meal wasted even though it is a good source of protein. Flaxseed components that have the health maintenance and nutritional properties are including fiber, lignans and linolenic acid. Furthermore, Flaxseed is a good source of excellent quality protein and soluble fiber and phenolic compounds.

Materials and Methods: Flaxseed meal from KashanBarij Essence Pharmaceutical Company, converted to flour and half of it was extracted using solvents. 10, 15, 20 percentages of the wheat flour replaced with both types of the prepared flours (NF and PDF). The flaxseed meal flours were detoxified using a microwave. In the cakes preparation, the sugar and oil were mixed. The eggs and the remained materials and water were added and mixed for uniformness of the cake batter. Then, it filled the cake mold and placed into the oven at 200°C for 15 minutes. The volume measurement of the prepared cake was carried out according to the seed displacement method using millet seeds. Three methods consist of texture profile analysis, cut and punch method were used in the four days, first, tenth, twentieth and thirtieth day for textural properties assessment. To evaluate the color parameters (L*a*b*), the photos which were taken from the surface of the cake in the special box were evaluated with image analyzer software. Then the hue angle (H), saturation index (SI) and color changes (ΔE) calculated from following equation. For evaluating the porosity the cake was cut into the slices and put into the special box and photos were taken. The photos were evaluated with image analyzer software and the number of pores was determined. Statistical analysis with the completely randomized design with three replications and means comparison in 95% confidence level were employed using the SPSS-20 software .

Results & Discussion: By increasing flour substitution, the volume of the cakes reduced. It could be due to increasing flour replacement with cellulose, which makes the gluten network weak that is responsible for keeping gas into the bakery product. These samples contain flaxseed meal flour were softer than the control. It is due to the presence of some gum and fiber in the chemical composition of flaxseed which absorbs moisture and prevents its transfer to the starch. So, the starch crystallization delayed. During storage, the samples contain 20% flaxseed meal flour were harder than the control sample. The cohesiveness decreased during storage until the twentieth day and then increased. It is due to changes in moisture during storage. The cohesiveness of samples increased by increasing the flaxseed meal flour which it can be associated with more gum and fiber as well as protein in the samples. The cohesiveness of the samples containing 20% flaxseed meal flour was less than others on the first day of storage which is due to the high water bonded by larger amounts of gum and fiber. But, on the thirtieth day, even with reducing bonding strength due to retrogradation, the cohesiveness in the samples containing 20% flaxseed meal flour is more than other samples because of larger amounts of moisture in higher percentages. The springiness reduced in all treatments during storage until the twentieth day and then increased which these changes are not significant for the samples containing 20% flaxseed meal flour and the control sample. The springiness was changed according to changes in moisture during storage. The difference in the springiness among the control samples and treatments on the first day, tenth, and thirtieth of storage was not significant. The springiness reduced with increasing the flaxseed meal flour percentage which is due to the weakening of the gluten network. Between all treatments, the only significant difference in the result of the crust cutting test was among the samples containing 20% PDF and control sample and there was no significant difference between other treatments and control sample in all measurement days. The increase of the force needed to cut samples over the time could be attributed to the transfer of moisture from the center to the round of

- Islamic Azad University of Shahrekord
(* Corresponding author’s email: Keramat@aut.ac.ir)

the cake. The addition of flaxseed meal flour and the storage time had a significant effect on the required force to punch the cake. The force required to punch the cakes increased until the thirtieth day which is consistent with the analysis of moisture during storage. The reason for an increase in the required force for punching the cakes due to increasing the flaxseed meal flour percentage was the cake batter viscosity increases which lead to hardening of the cake texture, subsequently. It can be seen that the number and diameter of the pores reduced by increasing the flour substitution percentage. It could be related to the viscosity of the batter. Due to increasing the batter viscosity, the carbon dioxide, and water vapor bubbles in the batter cannot grow well. The L* index decreased by increasing the flour substitution percentage, which reflects the darkening of the surface and the center of the product. By increasing the flour replacement, the redness (a*) and blueness (b*) index, increased and decreased, respectively. The saturation index (SI) of the surface and center for all treatments was less than it for the control samples. Also, the saturation index among the treatments decreased with increasing the flour substitution percentage significantly which it indicated an increase in the color turbidity of the samples. The color changes (ΔE) of the surface and center of the samples increased with increasing the flour substitution percentage which it showed the significant color difference between all treatments and the control sample. The BI of the surface and center of all samples was less than it for the control samples.

Keywords: Fiber, Flaxseed meal, Texture, Rich cake